

Atividade de Peroxidases e Polifenoloxidasas  
em Floema de *Psidium* spp. Resistentes e  
Suscetíveis a *Meloidogyne enterolobii*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
143**

**Atividade de Peroxidases e Polifenoloxidasas  
em Floema de *Psidium* spp. Resistentes e  
Suscetíveis a *Meloidogyne enterolobii***

*Juliana Martins Ribeiro  
José Mauro da Cunha e Castro  
Raimundo Parente de Oliveira (in memoriam)  
Márcio dos Santos Teixeira Pinto*

**Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
2021**

Esta publicação está disponibilizada no endereço:  
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>  
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semiárido**  
BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23  
CEP 56302-970, Petrolina, PE  
Fone: (87) 3866-3600  
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Flávio de França Souza*

Secretária-Executiva  
*Juliana Martins Ribeiro*

Membros  
*Clarice Monteiro Rocha, Daniel Nogueira  
Maia, Geraldo Milanez de Resende, Gislene  
Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto, Magnus  
Dall'Igna Deon, Paula Tereza de Souza e Silva,  
Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rafaela Priscila  
Antônio, Rita Mércia Estigarribia Borges, Sidinei  
Anunciação Silva.*

Supervisão editorial  
*Sidinei Anunciação Silva*

Revisão de texto  
*Sidinei Anunciação Silva*

Normalização bibliográfica  
*Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)*

Tratamento das ilustrações  
*Sidinei Anunciação Silva*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Sidinei Anunciação Silva*

Foto da capa  
*Márcio dos Santos Texeira Pinto*

**1ª edição: 2021**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Semiárido

---

Atividade de peroxidases e polifenoloxidasas em floema de *Psidium* spp. resistentes e suscetíveis a *Meloidogyne enterolobii* / Juliana Martins Ribeiro... [et al.]. — Petrolina : Embrapa Semiárido, 2021.  
16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Semiárido, ISSN 1808-9968; 143).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

1. Goiabeira. 2. Nematóide. 3. Parasito. 4. Tecido vegetal. I. Ribeiro, Juliana Martins. II. Castro, José Mauro da Cunha e. III. Oliveira, Raimundo Parente de. IV. Pinto, Márcio dos Santos Teixeira. V. Título. VI. Série.

CDD 632.52

Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)

© Embrapa, 2021

# Sumário

---

Resumo .....5

Abstract .....6

Introdução.....7

Material e Métodos .....8

Resultados e Discussão .....10

Conclusões.....13

Agradecimentos.....13

Referências .....13

## Atividade de peroxidases e polifenoloxidasas em floema de *Psidium* spp. resistentes e suscetíveis a *Meloidogyne enterolobii*

Juliana Martins Ribeiro<sup>1</sup>

José Mauro da Cunha e Castro<sup>2</sup>

Raimundo Parente de Oliveira (in memoriam)<sup>3</sup>

Márcio dos Santos Teixeira Pinto<sup>4</sup>

**Resumo** — A goiaba é uma das frutas que tem produção de destaque no Submédio do Vale do São Francisco. Entretanto, a infecção das raízes por *Meloidogyne enterolobii* em associação com *Fusarium solani* tem prejudicado a produção da cultura e as áreas de cultivo acabam se tornando inviáveis após a infestação. Atualmente, poucas informações relacionadas às respostas moleculares de *Psidium* spp. ao nematoide-das-galhas da goiabeira estão disponíveis. Com isso, a prospecção de proteínas expressas em *Psidium* spp., resistentes e suscetíveis, inoculadas e não inoculadas com o nematoide, pode ser uma abordagem a ser adotada com esse objetivo. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo determinar a presença de peroxidases e polifenoloxidasas em floemas de espécies do gênero *Psidium*, avaliando-se a sua alteração frente à inoculação com *M. enterolobii*. Os resultados evidenciaram que é possível extrair proteínas de *Psidium* spp. por meio de exsudatos de floema. Peroxidases estão presentes em exsudatos de floema de *P. guineense*, *P. friedrichsthalianum* e *P. guajava*, mas a atividade destas enzimas não se altera após 48 horas da inoculação com *M. enterolobii*. Polifenoloxidasas não foram observadas em exsudatos de *P. guajava*, mas sua atividade foi observada em *P. guineense* e *P. friedrichsthalianum*.

**Termos para indexação:** *Psidium guineense*, *Psidium friedrichsthalianum*, *Psidium guajava*, proteínas, estresse oxidativo.

<sup>1</sup> Bióloga, D.Sc. em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Nematologia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>3</sup> (In memoriam) Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Estatística e Métodos Quantitativos, anista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

<sup>4</sup> Biólogo, D.Sc. em Biociências e Biotecnologia, professor da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO.

## Peroxidase and Polyphenoloxidase Activity in Phloem of *Psidium* spp. Resistant and Susceptible to *Meloidogyne enterolobii*

**Abstract** — Guava is one of the fruits that has a prominent production in the Sub-middle Valley the São Francisco river. However, infection of the roots by *Meloidogyne enterolobii* in association with *Fusarium solani* has impaired the production of the crop and the cultivation areas end up becoming unfeasible after the infestation. Currently, little information related to the molecular responses of *Psidium* spp. to the nematode of the guava galls is available. The prospection for proteins expressed in *Psidium* spp., resistant and susceptible, inoculated and not inoculated with the nematode, may be an approach to be adopted with this objective. Therefore, the present research aimed to determine the presence of peroxidases and polyphenol oxidases in the phloem of the *Psidium* species, evaluating their levels of activity in face of the inoculation with *M. enterolobii*. The results showed that it is possible to extract proteins from *Psidium* spp. through phloem exudates. Peroxidases are present in the phloem exudates of *P. guineense*, *P. friedrichsthalianum* and *P. guajava*, but the activity of these enzymes does not change after 48 hours of *M. enterolobii* inoculation. Polyphenoloxidases are not present in *P. guajava* exudates, but their activity has been observed in *P. guineense* and *P. friedrichsthalianum*.

**Index terms:** *Psidium guineense*, *Psidium friedrichsthalianum*, *Psidium guajava*, proteins, oxidative stress.

## Introdução

---

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma importante cultura, principalmente, para a agricultura familiar praticada nas áreas irrigadas do Nordeste brasileiro. Mesmo sendo cultivada em pequenas áreas, na maioria dos casos, a produção de goiaba se apresenta como uma opção de diversificação, com potencial para atender ao consumo nacional e com boa perspectiva para a exportação, pois a produção de frutos de alta qualidade é possível em qualquer época do ano (Flori; Castro, 2009). Em 2016, a maior produção nacional de goiaba, com 191.078 toneladas de frutos em 8.412 ha, foi registrada no Nordeste, seguido pelo Sudeste, com 186.100 toneladas em 6.664 ha. Entretanto, em 2019, o estado de São Paulo foi o maior produtor nacional com maior área colhida, ficando o estado de Pernambuco na segunda posição (Agrianual, 2019). De acordo com o Anuário Brasileiro de Horti & Fruti (2019), em 2017, a produção nacional de goiaba foi de 460.515 toneladas.

A ocorrência de doenças, principalmente a infecção das raízes por *Meloidogyne enterolobii*, em associação com *Fusarium solani*, tem prejudicado a produção da cultura e tornado várias áreas impróprias ao plantio de goiabeiras (Flori; Castro, 2009, Gomes et al., 2010). A infecção de goiabeiras por nematoides do gênero *Meloidogyne* foi relatada no Nordeste brasileiro em 1989 (Moura; Moura, 1989); atribuída a *M. enterolobii* (sin. *M. mayaguensis*) em 2001 (Carneiro et al., 2001) e a associação com *F. solani* foi registrada em 2010 (Gomes et al., 2010).

Em estudos realizados pela Embrapa Semiárido e seus parceiros, o melhoramento genético foi utilizado para a obtenção da cultivar de porta-enxerto BRS Guaraçá, um híbrido resultante do cruzamento entre *P. guajava* e *P. guineense*. Essa cultivar foi registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e tem mostrado resistência ao patógeno e alta compatibilidade de enxertia com as goiabeiras 'Paluma' e 'Pedro Sato' (Souza et al., 2018). Entretanto, poucas informações relacionadas às respostas moleculares de *Psidium* spp. ao nematoide-das-galhas da goiabeira estão disponíveis. A prospecção de proteínas expressas em *Psidium* spp., resistentes e suscetíveis, inoculadas e não inoculadas com o nematoide, pode ser uma abordagem a ser utilizada com esse objetivo.

O floema é um tecido de condução vegetal, formado por células especializadas chamadas de elementos de tubo crivado, responsável por transportar

a seiva do floema para todas as partes da planta. Pelo floema, são conduzidos os compostos resultantes da fotossíntese (Liesche; Patrick, 2017), entre eles a sacarose, sais minerais, pequenas moléculas orgânicas, como aminoácidos, que são transportadores de nitrogênio (Tegeder; Masclaux-Daubresse, 2018); macromoléculas como proteínas (Lin et al., 2009) e até mesmo diversos tipos de RNAs, que são translocados em vesículas (Kehr; Buhtz, 2008).

Um trabalho pioneiro sobre a presença de macromoléculas no floema foi realizado com *Cucurbita maxima* e revelou a existência de um complexo proteoma, com várias proteínas de defesa contra pragas e doenças (Walz et al., 2004). Além disso, estudos da composição proteica do floema de diversas espécies de plantas revelaram que esta característica não é exclusiva de *C. maxima*. Entre outras, cistatinas em floema de *Ricinus communis* (Barnes et al., 2004); lectinas em exsudato de floema de diversas espécies de angiospermas (Diant et al., 2003) e peroxidases, juntamente com outras enzimas relacionadas com estresse oxidativo em melão (*Cucumis melo* L.) já foram relatadas (Omid et al., 2007). Peroxidases e polifenoloxidasas são enzimas comumente relacionadas a diversos eventos do metabolismo primário da planta (Pandey et al., 2017; Taranto et al., 2017), sendo seu papel na defesa vegetal bastante investigado (Constabel; Barbehenn, 2008; Almagro et al., 2009).

A presença de polifenoloxidasas e peroxidases em raízes de plantas de *Psidium* spp. e sua relação com resistência à infecção por nematoide já foram investigadas (Ribeiro et al., 2015). No entanto, apesar de apresentarem alto potencial para elucidar eventos que acontecem com as plantas em determinadas situações, as análises da composição, de qualquer natureza, relativa ao floema do gênero *Psidium*, nunca foram realizadas. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo determinar a presença de peroxidases e polifenoloxidasas em floemas de espécies do gênero *Psidium*, avaliando-se a sua alteração frente à inoculação com *M. enterolobii*.

## Material e Métodos

---

Mudas de *P. friedrichsthalianum* (resistente ao nematoide — araçazeiro-da-costa-rica), de *P. guajava* (suscetível ao nematoide — ‘Paluma’) e de *P. guineense* (resistente ao nematoide) foram obtidas pela germinação de sementes e mantidas em casa de vegetação na Embrapa Semiárido, com os



devidos tratos culturais. Aos 6 meses após o plantio, três mudas de cada espécie foram inoculadas com 10.000 ovos e juvenis de segundo estágio de *M. enterolobii* e três mudas não foram inoculadas, para constituir o controle experimental.

Os tratamentos avaliados foram os seguintes: T1) 'Paluma' não inoculada com o nematoide; T2) 'Paluma' inoculada com o nematoide; T3) araçazeiro-da-costa-rica não inoculado com o nematoide; T4) araçazeiro-da-costa-rica inoculado com o nematoide; T5) *P. guineense* não inoculado com o nematoide, e T6) *P. guineense* inoculado com o nematoide. Decorridas 48 horas da inoculação, as plantas foram utilizadas para a de extração de exsudatos de floema.

Para efetuar a extração de exsudatos de floema, foram coletadas de três a seis folhas de cada uma das três plantas de cada tratamento. Para isso, realizou-se um corte em bisel no pecíolo da folha, utilizando-se uma lâmina de barbear nova. As folhas foram agrupadas em um tubo de polipropileno, contendo 2 mL de tampão de extração (Figura 1). O tampão de extração consistiu de uma solução de EDTA-dissódico na concentração de 10 mM, DTT a 3 mM e pH aferido para 7,0, seguindo-se a recomendação apresentada por Rennenberg et al. (1996).



Foto: Márcio dos Santos Teixeira Pinto

**Figura 1.** Tubo de polipropileno contendo folhas de *Psidium* ssp. com a parte do pecíolo imersa em tampão de extração.

A massa de folhas por tubo foi estabelecida em uma faixa de 2 a 4 gramas, pois valores menores poderiam resultar em baixo rendimento de extração e maiores poderiam configurar ferimentos foliares indutores de estresse. As amostras permaneceram durante 15 minutos em temperatura e umidade ambientes para remover restos celulares formados pela ação do corte. Após

15 minutos, as folhas foram transferidas cuidadosamente para outro tubo de polipropileno, também contendo 2 mL da solução de extração, e mantidas a uma temperatura de 23 °C, 100% de umidade relativa do ar, na ausência de luz, por um período de 5 horas (Figura 1).

Decorridas as 5 horas, as folhas foram removidas e os extratos transferidos para tubos de 15 mL contendo uma peneira molecular de 10 kDa. Os tubos foram centrifugados durante 30 minutos, 4.000 x g, a 4 °C. Após a centrifugação, as amostras foram transferidas para o tudo de 500 µL e estocadas à temperatura de -20 °C. Esse procedimento permitiu o aumento da concentração de macromoléculas no material em 100 vezes.

A dosagem da concentração de proteínas foi efetuada segundo a metodologia de Bradford (1976). Foram utilizados 10 µL de cada uma das amostra, que foram aplicadas em uma placa de 96 poços e, após a adição de 200 µL do reagente de Bradford, procedeu-se à leitura em leitor do tipo ELISA, no comprimento de onda de 595 nm.

A atividade específica de ambas as enzimas foi calculada em função da atividade enzimática por miligrama de proteínas (UA/mg), em que 1 unidade de atividade (UA) foi definida como a variação de 0,01 unidades de absorbância por minuto.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, três repetições e uma planta por repetição. Foi usado o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos dados, e o teste de Kruskal-Wallis, para analisar os efeitos dos fatores estudados, ambos a 5% de probabilidade (Zar, 2010). Para a comparação das médias dos valores das atividades de polifenoloxidasas e peroxidases, realizou-se o teste de Dunn, também a 5% de probabilidade (Zar, 2010). O programa SAS (SAS Institute, 2014) foi usado para a execução das análises estatísticas.

## Resultados e Discussão

---

A atividade da peroxidase (UA/mg) variou em função da espécie, tendo *P. guineense* apresentado a atividade desta enzima superior àquela observada em goiabeira 'Paluma', porém, estatisticamente igual à observada em araçazeiro-da-costa-rica. Entretanto, estas duas não apresentaram diferença significativa entre si em relação à atividade das peroxidases (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atividade da peroxidase (UA/mg) em exsudatos de floema de *Psidium* spp. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2020.

Espécie	Atividade da peroxidase* (UA/mg)
<i>P. guineense</i>	12,58a
<i>P. friedrichsthalianum</i> (araçazeiro-da-costa-rica)	11,50ab
<i>P. guajava</i> 'Paluma'	4,42b

\*Valores acompanhados pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunn a 5% de probabilidade.

A goiabeira 'Paluma' é altamente suscetível a *M. enterolobii* e a reação de resistência ou imunidade ao nematoide foi relatada, até o momento, apenas em araçazeiros (Maranhão et al., 2001; Carneiro et al., 2007; Almeida et al., 2009; Castro et al., 2012, 2017; Sousa et al., 2017; Ribeiro et al., 2018; Oliveira et al., 2019). Alguns autores observaram que araçazeiros da espécie *P. friedrichsthalianum* apresentaram resistência moderada ao nematoide, enquanto *P. cattleianum* apresentou imunidade ao patógeno, sugerindo que, mesmo entre as espécies de araçazeiro, a reação de resistência não é semelhante (Carneiro et al., 2007; Sousa et al., 2017). Este fato pode estar relacionado com a variação nos valores de atividade das peroxidases em espécies de *Psidium*. Conforme observado nesta pesquisa, valores estatisticamente iguais foram encontrados para a goiabeira 'Paluma' e o araçazeiro *P. friedrichsthalianum*, bem como para *P. friedrichsthalianum* e *P. guineense*. Entretanto, os valores de *P. guineense* distinguiram-se estatisticamente dos da goiabeira 'Paluma'.

Em relação aos níveis totais da atividade da peroxidase em raízes de *P. guajava* e *P. friedrichsthalianum*, Ribeiro et al. (2015) não observaram diferença significativa entre a atividade desta enzima nestas espécies em extratos proteicos de raízes, corroborando os resultados obtidos neste estudo.

A presença de peroxidase no floema não é uma informação nova, uma vez que peroxidases e diversas outras enzimas relacionadas ao estresse oxidativo foram identificadas no floema quando plantas de *C. maxima* foram submetidas a estresse hídrico (Walz et al., 2004). Inicialmente, a movimentação de peroxidases pelo floema em algumas espécies de cucurbitáceas era

considerada como improvável, conforme evidenciado pelos dados de marcação apresentados por Vickery (1978). No entanto, nesse mesmo estudo, foi visto que peroxidases podem ter seu deslocamento floemático quando plantas são submetidas a injúrias. Análises de proteínas de floema retirado de variedades de freixo (*Fraxinus excelsior*) revelaram que espécies mais resistentes a patógenos apresentam níveis mais elevados de peroxidases e polifenoloxidasas na seiva do floema (Cipollini et al., 2011).

Entretanto, independentemente da espécie de *Psidium* avaliada, observou-se que a inoculação com *M. enterolobii*, por um período de 48 horas, não apresentou efeito significativo sobre a atividade peroxidásica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Efeito da inoculação de *Melodogyne enterolobii* em *Psidium* spp. sobre a atividade da peroxidase em exsudatos do floema. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2020.

Tratamento	Atividade da peroxidase (UA/mg)
Inoculação com nematoide	11,61a
Sem inoculação	7,39a

Enzimas relacionadas ao estresse oxidativo, como a ascorbato peroxidase (APX), extraídas de raízes e de folhas de *P. guajava* e *P. friedrichsthalianum*, não apresentaram diferença na sua atividade quando as plantas foram inoculadas com *M. enterolobii*. Tal diferença foi observada apenas entre as espécies (Ribeiro et al., 2018). Da mesma maneira, a diferença entre a atividade de polifenoloxidasas, extraídas de raízes, foi evidenciada apenas em *P. guajava* e *P. friedrichsthalianum*, não se observando efeito da inoculação de *M. enterolobii* sobre a atividade desta enzima (Ribeiro et al., 2015). Não houve detecção da atividade da enzima polifenoloxidase (PFO) em floema de *P. guajava*, mas sim em floemas de *P. guineense* e *P. friedrichsthalianum*. Não foi possível analisar quantitativamente os níveis de PFO entre as plantas das diferentes espécies de *Psidium* inoculadas e aquelas não inoculadas com *M. enterolobii*.

A técnica desenvolvida neste trabalho para a análise de seiva de floema de plantas de *Psidium* foi eficiente para a detecção de proteínas presentes nesse material. A detecção de peroxidases e polifenoloxidasas foi efetuada

na maioria das amostras. O fato de as polifenoloxidasas não terem sido detectadas na seiva do floema de *P. guaiava* 'Paluma' é uma boa indicação de que não ocorreu contaminação das amostras com proteínas do tecido foliar, o que normalmente ocorre em grande quantidade (Ribeiro et al., 2010).

## Conclusões

---

a) É possível extrair proteínas de *Psidium* spp. por meio de exsudatos de floema;

b) Peroxidasas estão presentes em exsudatos de floema de *P. guineense*, *P. friedrichsthalianum* e *P. guajava*;

c) A atividade das peroxidasas não é alterada em *P. guineense*, *P. friedrichsthalianum* e *P. guajava* após 48 horas da inoculação com *M. enterolobii*;

d) *P. guineense* e *P. friedrichsthalianum* apresentam polifenoloxidasas em exsudatos do seu floema, e;

e) *P. guajava* não apresenta polifenoloxidasas em exsudatos do seu floema.

## Agradecimentos

---

À Embrapa Semiárido e à Universidade Federal do Tocantins, pelo suporte financeiro.

## Referências

---

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2019.

ALMAGRO L.; GÓMEZ ROS, L. V.; BELCHI-NAVARRO, S.; BRU, R.; ROS BARCELÓ, A.; PEDREÑO, M. A. Class III peroxidases in plant defence reactions. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 2, p. 377-390, 2009.

ALMEIDA, E. J.; SANTOS, J. M.; MARTINS, A. B. G. Resistência de goiabeiras e araçazeiros a *Meloidogyne mayaguensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p. 421-423, 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2019. Disponível em: [http://www.abcssem.com.br/upload/arquivos/HortiFruti\\_2019\\_DUPLA.pdf](http://www.abcssem.com.br/upload/arquivos/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf). Acesso em: 18 mar. 2020.

BARNES, A.; BALE, J.; CONSTANTINIDOU, C.; ASHTON, P.; JONES, A.; PRITCHARD, J. Determining protein identity from sieve elements in *Ricinus communis* L. by quadrupole time offlight (Q-TOF) mass spectrometry. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, p. 1473-1481, 2004.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, p. 223-228, 2001.

CARNEIRO, R. M. D. G.; CIROTTI, P. A.; SILVA, D. B.; CARNEIRO, R. G. Resistance to *Meloidogyne mayaguensis* in *Psidium* spp. accessions and their grafting compatibility with *P. guajava* cv. 'Paluma'. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 281-284, 2007.

CASTRO, J. M. C.; SANTOS, C. A. F.; FLORI, J. E.; SIQUEIRA, S. V. C.; NOVAES, P. A. R.; LIMA, R. G. Reaction of *Psidium* accessions to the *Meloidogyne enterolobii* root-knot nematode. **Acta Horticulturae**, v. 959, p. 51-57, 2012. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.959.5.

CASTRO, J. M. C.; RIBEIRO, J. M.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; SOUSA, A. D.; OLIVEIRA, P. G. Reprodução do nematoide-das-galhas da goiabeira em acessos de *Psidium*. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 149-154, 2017.

CIPOLLINI, D.; WANG, Q.; WHITEHILL, J. G. A.; POWELL, J. R.; BONELLO, P.; HERMS, D. A. Distinguishing defensive characteristics in the phloem of ash species resistant and susceptible to emerald ash borer. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, n. 5, p. 450-459, 2011.

CONSTABEL, C. P.; BARBEHENN R. V. Defensive roles of polyphenol oxidase in plants. In: SCHALLER, A. (ed.). **Induced plant resistance to herbivory**. New York: Springer, 2008. p. 253-269.

DINANT, S.; CLARK, A. M.; ZHU, Y.; VILAINE, F.; PALAUQUI, J.-C.; KUSIAK, C.; THOMPSON, G. A. Diversity of the superfamily of phloem lectins (phloem protein 2) in angiosperms. **Plant Physiology**, v. 131, p. 114-128, 2003.

FLORI, J. E.; CASTRO, J. M. C. A cultura da goiabeira irrigada no nordeste brasileiro. In: NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A. (ed.). **Cultura da goiaba do plantio à comercialização**. Jaboticabal: Unesp, 2009. p. 507-524.

GOMES, V. M.; SOUZA, R. M.; MUSS-DIAS, V.; SILVEIRA, S. F. da; DOLINSKI, C. Guavadecline: a complex disease involving *Meloidogyne mayaguensis* and *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**, v. 158, p. 45-50, 2010.

KEHR, J.; BUHTZ, A. Long distance transport and movement of RNA through the phloem. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 1, p. 85-92, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ern176>.

LIN, M. K.; LEE, Y. J.; LOUGH, T. J.; PHINNEY, B. S.; LUCAS, W. J. Analysis of the pumpkin phloem proteome provides insights into angiosperm sieve tube function. **Molecular Cell Proteomics**, v. 8, n. 2, p. 343-356, 2009. Disponível em: [https://www.mcponline.org/article/S1535-9476\(20\)30653-8/fulltext](https://www.mcponline.org/article/S1535-9476(20)30653-8/fulltext). Acesso em: 7 abr. 2020.

LIESCHE, J.; PATRICK, J. An update on phloem transport: A simple bulk flow under complex regulation. **F1000 Research**, p. 1-12, 2017. DOI: 10.12688/f1000research.12577.1.

MARANHÃO, S. R. V. L.; MOURA, R. M. de; PEDROSA, E. M. R. Reação de indivíduos segregantes de goiabeira a *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. mayaguensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 25, p. 191-195, 2001.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M. Meloidoginose da goiabeira: doença de alta severidade no Estado de Pernambuco, Brasil. **Nematologia Brasileira**, v.13, p.13-19, 1989.

OLIVEIRA, P. G.; QUEIROZ, M. A.; CASTRO, J. M. C.; RIBEIRO, J. M.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, M. J. L. Reaction of *Psidium* spp. accessions to different levels of inoculation with *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 419-428, 2019. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21252019000200419](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252019000200419). Acesso em: 8 maio 2020.

OMID, A.; KEILIN, T.; GLASS, A.; LESHKOWITZ, D.; WOLF, S., Characterization of phloem-sap transcription profile in melon plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 3645-3656, 2007.

PANDEY, V. P.; AWASTHI, M.; SINGH, S.; TIWARI, S.; DWIVEDI, U. N. A comprehensive review on function and application of plant peroxidases. **Biochemistry and Analytical Biochemistry**, v. 6, n. 308, p. 1-16, 2017.

RENNENBERG, H.; SCHNEIDER, S.; WEBER, P. Analysis of uptake and allocation of nitrogen and sulphur compounds by trees in the field. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 303, p.1491-1498, 1996.

RIBEIRO, J. M.; CASTRO, J. M. da C. e; MELO, N. F. de; BASTOS, D. C.; FERNANDES, K. V. S.; PINTO, M. S. T.; OLIVEIRA, E. A. G. **Cistatinas e atividade de polifenoloxidasas em plantas de amendoim inoculadas com *Meloidogyne***. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Publicação interna da Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 79). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879599>. Acesso em: 4 jun. 2020.

RIBEIRO, J. M.; PINTO, M. dos S. T.; CASTRO, J. M. da C. e; MELO, N. F. de; FERNANDES, K. V. S. **Atividade de peroxidases e polifenoloxidasas em *Psidium* spp. resistentes e suscetíveis a *Meloidogyne enterolobii***. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 122). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141646/1/BPD122Juliana.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

RIBEIRO, J. M.; CASTRO, J. M. da C. e; PINTO, M. dos S. T.; FERNANDES, K. V. S.; SCORTECCI, K. C.; PEDROSA, E. M. R. **Recursos genéticos, biológicos e bioquímicos para o manejo de *Meloidogyne enterolobii* em goiabeira**: a contribuição da Embrapa. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. (Embrapa Semiárido. Documentos, 286). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190234/1/SDC286.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SAS INSTITUTE. **SAS university edition**: version for Windows. Cary, 2014.

SOUSA, A. D. de; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, C. U. de C.; CASTRO, J. M. da C. e; RIBEIRO, J. M. Penetration, development, and reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on *Psidium* species and induced cellular responses in the roots. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 2, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017453>.

SOUZA, R. R. C.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, S. R. da. Field resistance to *Meloidogyne enterolobii* in a *Psidium guajava* x *P. guineense* hybrid and its compatibility as guava rootstock. **Fruits**, v. 73, n. 2, p. 118-124, 2018.

TARANTO, F.; PASQUALONE, A.; MANGINI, G.; TRIPODI, P.; MIAZZI, M. M.; PAVAN, S.; MONTEMURRO, C. Polyphenoloxidasas in crops: biochemical, physiological and genetic aspects. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, p. 377, 2017.

TEGEDER, M.; MASCLAUX-DAUBRESSE, C. Source and sink mechanisms of nitrogen transport and use. **New Phytologist**, v. 217, p. 35-53, 2018.

VICKERY, R. S. Peroxidases do not move in phloem. **Planta**, v. 138, p. 105-106, 1978.

WALZ, C.; GIAVALISCO, P.; SCHAD, M.; JUENGER, M.; KLOSE, J.; KEHR, J. Proteomics of cucurbit phloem exudate reveals a network of defense proteins. **Phytochemistry**, v. 65, p. 1795-1804, 2004.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4 th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall: Pearson, 2010.





*Semiárido*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL